

综合地球物理方法在广西某铅锌矿床 深部潜力评价中的应用

任 宏, 张作伦, 刘新业, 刘 昊

(中铁资源地质勘查有限公司 北京 102300)

摘 要: 研究矿床为广西某铅锌矿床,该矿床自发现以来,开采规模一直较小,并以民采为主。物性测量结果显示矿区赋矿灰岩平均密度 2.8 g/cm^3 、电阻率平均 $4\,989\ \Omega\cdot\text{m}$;铅锌矿石平均密度 3.7 g/cm^3 、电阻率 $734\ \Omega\cdot\text{m}$,铅锌矿石与围岩物性差异显著。为判断研究矿床采空区规模、深部成矿潜力,本研究采用高精度重力、可控源音频大地电磁测深(CSAMT)技术对目标地质体开展了综合探测。测量结果显示矿区3条重力剖面、CSAMT二维反演剖面均显示出较为一致的异常形态,已知矿体整体对应重力低异常,在CSAMT图像上表现为高阻。推测矿区浅部矿体已大部分被采空,且矿体向深度延伸有限,成矿潜力较小。根据矿床特点,选用的综合地球物理方法组合高效的评价了深部矿体成矿潜力,减小、避免了投资风险。

关键词: 铅锌矿;重力;CSAMT;深部找矿

中图分类号: P631.1 文献标识码: A 文章编号: 1674-3504(2017)01-0047-05

任宏,张作伦,刘新业,等.2017.综合地球物理方法在广西某铅锌矿床深部潜力评价中的应用[J].东华理工大学学报:自然科学版,40(1):47-51.

Ren Hong, Zhang Zuo-lun, Liu Xin-ye, et al. 2017. Application of integrated geophysical method to evaluation of deep potentiality of a lead-zinc deposit in Guangxi province [J]. Journal of East China University of Technology (Natural Science), 40(1): 47-51.

地质找矿工作是对地下未知情况的探索,地球物理方法在以“攻深探盲”为特征的地质找矿中一直发挥着重要作用(刘光鼎等,2013)。不同的物探方法从不同的角度对地下地质结构进行探测,在深度和分辨率上都有一定的局限性;在地质解译上存在片面性。为提高勘探效果,在运用地球物理方法开展地质结构探测时常应用两种以上综合方法对目标地质体进行探测,达到相互约束、相互补充(张作伦等,2014;孙燕等,2010)。综合物探方法应用广泛,可广泛的应用于矿产勘查、工程地质、地质调查、地下水找寻、地质填图等方面(祁民等,2006;胡宝群等,2009;董明等,2016;吴信民等,2013;张作伦等,2008;贾长顺等,2005;武际春等,2011)。

研究矿床为广西某铅锌矿床。该矿床自1954年发现以来,开采规模一直较小,并以民采为主,当

前存在采空区规模不清、深部成矿潜力不明等问题。基于铅锌矿石、采空区、围岩三者存在明显重力、电阻率异常判断,野外联合应用高精度重力、可控源音频大地电磁测深(CSAMT)技术对目标地质体开展了综合探测。区内植被发育,覆盖严重,文中重点对区内地质填图控制的已知矿体延伸情况予以解译。

1 区域地质

研究区位于桂中凹陷与大瑶山隆起交接部位(图1)。大瑶山隆起区出露有区域最老地层,主要为寒武系浅变质砂页岩;大瑶山隆起西侧的桂中盆地出露有泥盆系至石炭系地层,主要岩性为泥灰岩、灰岩、白云岩、泥岩,并夹有砂岩(张科等,2005;罗永恩,2009a,2009b;张善明等,2010),与寒武系地层呈不整合接触。区域断裂构造发育,以NE向和近SN向为主,次为NW向。区域侵入岩主要分布在大瑶山隆起区内,岩浆活动整体较弱(黄惠民等,2003)。区域铅锌多金属矿发育,主要赋存在泥盆系地层内,最为著名的是盘龙铅锌矿。盘龙铅锌

收稿日期: 2017-01-16

基金项目: 中铁资源集团有限公司科技开发项目(2016-重点-04)

作者简介: 任 宏(1984—),男,硕士,工程师,主要从事矿床勘查评价工作。E-mail: hong021@126.com 通讯作者: 张作伦(1981—),男,博士,高级工程师,主要从事矿产勘查评价工作。

矿仅 -150 ~ -850 m 标高 2008 年探获 332 + 333 级铅锌矿石量 3 527.3 万 t; 铅金属量 25.3 万 t, 平均品位 0.72%; 锌金属量 102.6 万 t, 平均品位 2.91%^①。

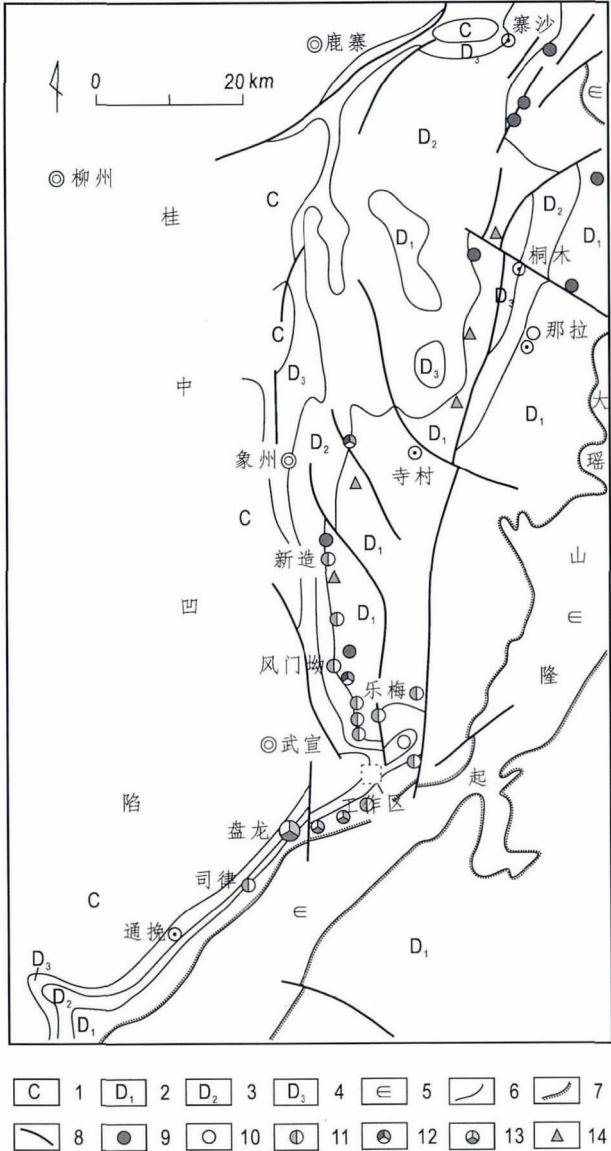


图 1 广西大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带地质略图
Fig.1 Geological map of copper-lead-zinc polymetallic metallogenetic belt on the west side of Dayao of Guangxi Province

1. 石炭统; 2. 下泥盆统; 3. 中泥盆统; 4. 上泥盆统; 5. 寒武系;
6. 地层界限; 7. 地质界线/不整合地质界限; 8. 断层; 9. 铜矿床(点); 10. 铅矿床(点); 11. 铅锌矿床(点); 12. 铜铅锌矿床(点); 13. 铅锌硫矿床(点); 14. 钡矿床(点)

① 卢建华 左计生 李楚平 等. 2011. 广西武宣县盘龙矿区(盘龙铅锌矿) -150 ~ -850 m 标高铅锌矿详查报告[R]. 长沙: 湖南天工矿业投资有限公司: 1-105.

2 矿区地质

矿区除第四系外, 主要为中泥盆统东岗岭组地层, 主要岩性为灰岩、白云岩。矿区断裂构造可分为成矿构造和成矿后构造两组, 成矿构造走向 NNE 向, 倾向 NWW, 倾角 70° ~ 75°; 成矿后构造走向 NNW 向、近 SN 向, 成矿后构造在矿区南部分散, 北部趋汇合。矿区无侵入岩。

矿区内分布有主矿体 1 条, 呈 NNE 向展布, 平面延长约 1 200 m, 局部被 NNW 向断裂错段。深部矿体倾向 NW, 倾角 70° ~ 75°, 延伸 30 ~ 80 m, 厚 0.3 ~ 9.27 m。矿体整体产状较陡, 上宽下窄, 局部向下分支成 2 ~ 3 条脉(图 2)。矿石中主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿, 非金属矿物主要为重晶石、方解石。

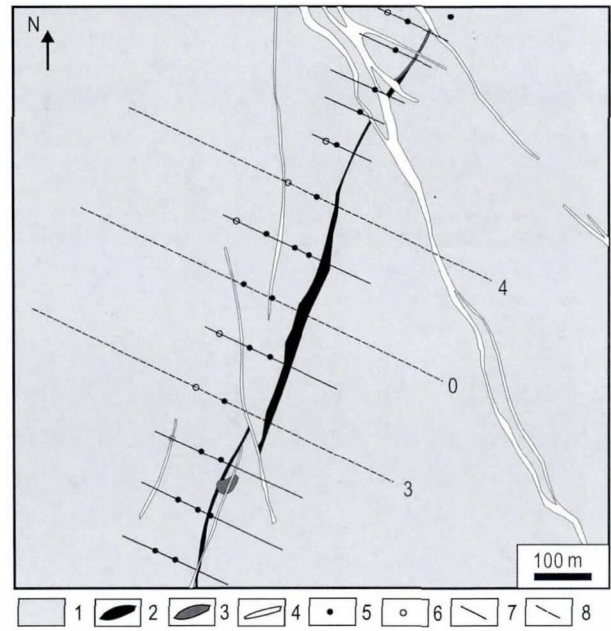


图 2 矿区地质及示意测线位置图

Fig.2 Mine geology and survey line location

1. 灰岩; 2. 铅锌矿体; 3. 重晶石化; 4. 构造破碎带; 5. 见矿钻孔;
6. 未见矿钻孔; 7. 勘探线; 8. 地球物理测线

3 岩石物性特征

矿区典型岩、矿石视电阻率特征如表 1 所示, 矿区灰岩平均密度 2.8 g/cm³、电阻率平均 4 989 Ω · m; 铅锌矿石平均密度 3.7 g/cm³、电阻率 734 Ω · m。测量结果表明铅锌矿石与围岩物性差异显著。通过野外物性测量, 初步认为本区矿体具有低电阻率、高重力特征, 相对采空区域具有高电阻率、低密度特征。此外, 工区地表、地下水充沛, 矿体受

层间断裂控制,层间断裂也会显示出低电阻率异常。

表 1 测区主要岩石物性参数一览表

Table 1 Physical parameters of main rock minerals in survey area

序号	岩性	样品数/块	电阻率/($\Omega \cdot \text{m}$)		极化率/%		密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	
			变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	平均
1	灰岩	6	1 611 ~ 15 130	4 989	5.7 ~ 14.1	10.4	2.6 ~ 3.1	2.8
2	铅锌矿石	6	127 ~ 1 273	734	55.7 ~ 286.2	115	3.0 ~ 4.5	3.7

4 测量结果与解译

4.1 数据采集

本次工作共布置测线 3 条,测线方向 110°,与前人勘探线方向一致,垂直于已知矿带走向。测线间距 200 m、点距 40 m,单条测线长均为 720 m。野外高精度重力测量所用仪器为 CG-5 型重礼仪,测量精度 $1.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$ 。野外 CSAMT 测量所用仪器为 V8 多功能电法仪,供电采用 30 kW 大功率发电机,供电电流为 3 ~ 14 A 之间,信号强度满足测量要求。

数据处理时对测区正常重力值进行了布格校正、地形改正等相关计算。CSAMT 数据在格式转换、跳点剔除、曲线光滑、静态效应校正等预处理基础上,采用 SCS2D 平滑反演软件进行反演。测区重力测点质检率 10.7%,观测均方误差 $9.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$ 。测区 CSAMT 测点质检率 3.85%,电阻率均方相对误差 4.62%、相位均方相对误差 4.46%,均满足规范要求。

4.2 4 线测量结果与解译

4 线测量结果显示,已知矿体在重力剖面上对应一个重力低异常,该重力低异常可能因深部矿体采空导致。CSAMT 测量数据显示,二维反演图像上(图 3)在中低阻背景下也存在一个高阻异常,高阻异常位于 360 ~ 480 m 处,倾向 NWW,与赋矿地层产状一致;高阻异常向深部延伸约 300 m,与重力剖面低值区对应,应为采空区引起。采空区对应的高阻异常向深部未变为低阻异常,推测含矿构造延伸有限。

4.3 0 线测量结果与解译

0 线重力剖面测量结果显示,已知矿体在重力剖面上对应一个重力低异常,该重力低异常可能因深部矿体采空导致。0 线 CSAMT 测量数据显示,二维反演图像上(图 4)浅部地层结构整体倾向 NWW,与赋矿地层产状一致;在中低阻背景下也存

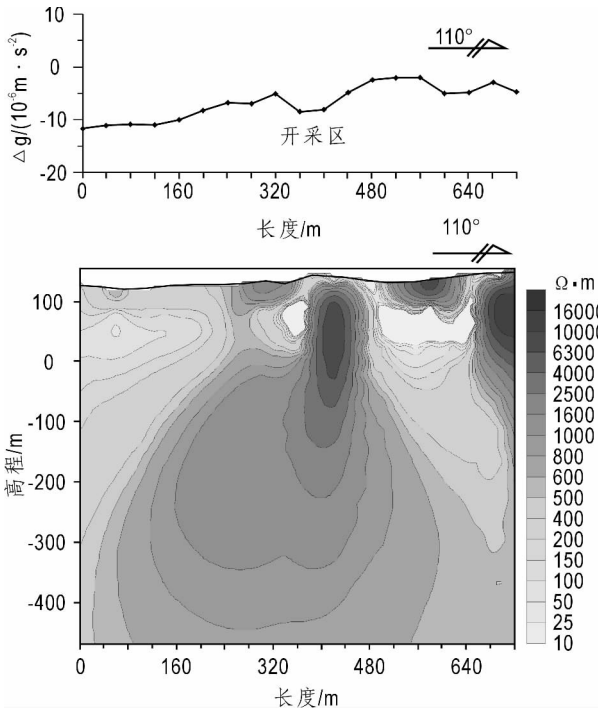


图 3 4 线 CSAMT 二维反演—重力叠合图
Fig.3 CSAMT two-dimensional inversion-gravity superposition on 4 line

在一个高阻异常,位于 320 ~ 480 m 处,向深部延伸约 300 m。高阻异常与重力剖面低值区对应,应为采空区引起。采空区对应的高阻异常向深部未变为低阻异常,推测含矿构造延伸有限。

4.4 3 线测量结果与解译

3 线重力剖面测量结果显示已知矿体在重力剖面上对应一个重力低异常,该重力低异常可能因深部矿体采空导致。3 线 CSAMT 测线长 720 m,测点间距 40 m、440 m 处因采坑跳点。测量数据显示,二维反演图像上(图 5)在中低阻背景下存在两个高阻异常,两个高阻异常两侧为低阻异常,其中 360 ~ 480 m 高阻异常与已知矿体对应。因开采历史较长,已知矿体已形成采空区,高阻异常向深部延伸约 250 m,与重力剖面低值区对应,应为采空区引起。采空区对应的高阻异常向深部未变为低阻异

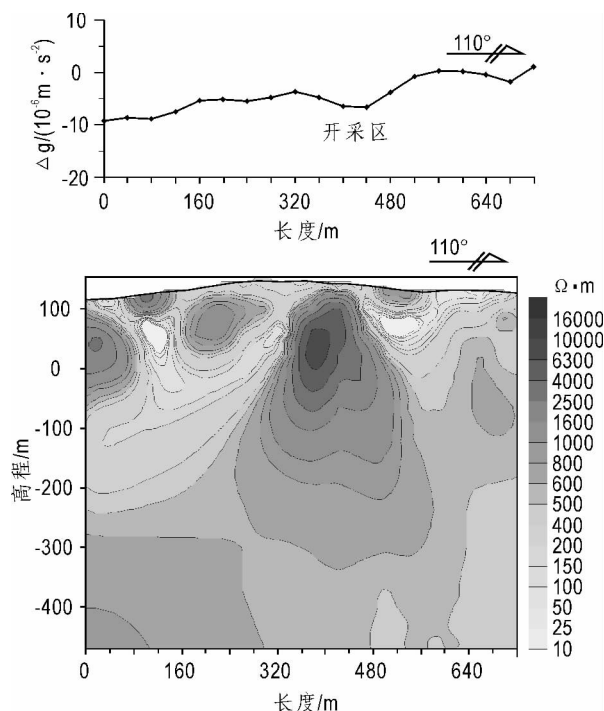


图4 0线CSAMT二维反演—重力叠合图

Fig. 4 CSAMT two-dimensional inversion-gravity superposition on 0 line

常,推测已知含矿构造延伸有限。

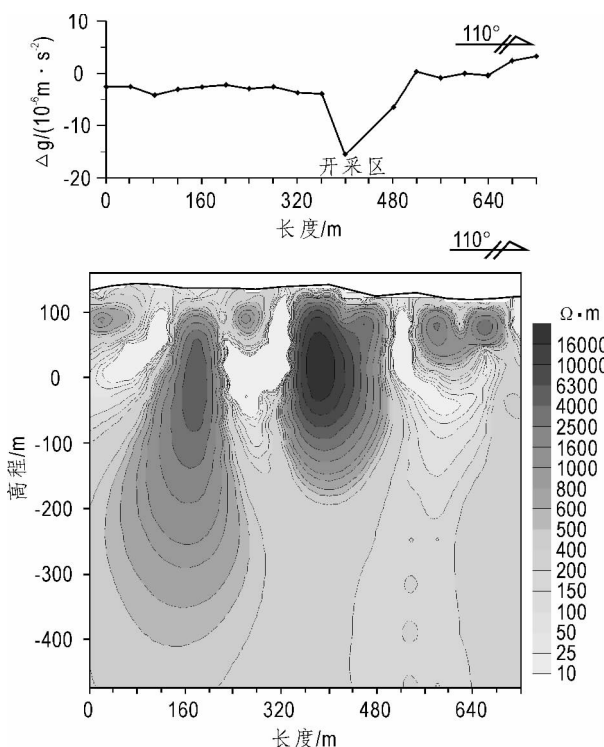


图5 3线CSAMT二维反演—重力叠合图

Fig. 5 CSAMT two-dimensional inversion-gravity superposition on 3 line

5 结论

(1) 矿区重力数据观测均方误差 $0.09 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。CSAMT 电阻率均方相对误差 4.62%、相位均方相对误差 4.46% 数据质量可靠。

(2) 3 条重力剖面、CSAMT 二维反演剖面均显示出较为一致的异常形态,测量效果整体较好,验证了综合地球物理方法在深部矿体勘查评价的有效性。

(3) 矿区已知矿体整体对应重力低异常,在 CSAMT 图像上表现为高阻,推测矿区浅部矿体已大部分被采空,且矿体向深度延伸有限,成矿潜力较小。

(4) 根据矿床特点,选用适用的综合地球物理方法组合可以高效的评价深部矿体成矿潜力,减小、避免投资风险。

参考文献

- 董明, 吴大坤, 席海银, 等. 2016. 综合物探方法在白音套海盆地轴及多金属成矿有利地段的应用研究[J]. 东华理工大学学报: 自然科学版, 39(1): 80-86.
- 胡宝群, 白丽红, 李满根, 等. 2009. 内蒙古赤峰地区金矿床中砷、锑、锰和锌的特征[J]. 物探与化探, 33(4): 389-394.
- 黄惠民, 和志军, 崔彬. 2003. 广西大瑶山地区花岗岩成矿系列[J]. 地质与勘探, 39(4): 12-16.
- 贾长顺, 曾庆栋, 徐九华, 等. 2005. 综合物化探技术在黄土覆盖区隐伏金矿体预测中的应用[J]. 黄金, 26(7): 8-11.
- 刘光鼎, 刘秉光, 刘建明, 等. 2013. 中国金属矿的地质与地球物理勘查[M]. 北京: 科学出版社: 1-359.
- 罗永恩. 2009a. 广西大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带的控矿因素与矿床成因[J]. 地质找矿论丛, 24(1): 56-61.
- 罗永恩. 2009b. 广西象州县新造铅锌矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿产与地质, 23(6): 533-537.
- 祁民, 张宝林, 梁广和, 等. 2006. 高分辨率预测地下复杂采空区的空间分布特征——高密度电法在山西阳泉某复杂采空区的初步应用研究[J]. 地球物理学进展, 21(1): 256-262.
- 孙燕, 刘建明, 曾庆栋, 等. 2010. 综合地球物理方法在某金多金属矿区找矿中的应用[J]. 地球物理学进展, 25(6): 2096-2101.
- 吴信民, 杨海燕, 杨亚新, 等. 2013. 论电法勘探的理论探测深度[J]. 东华理工大学学报: 自然科学版, 36(1): 60-64.
- 武际春, 吕古贤, 任宏, 等. 2011. 山东省招远市玲珑地区九曲金矿区采空区深部预测——构造蚀变岩相地质测量与深部找矿[J]. 地质通报, 30(4): 579-587.
- 张科, 胡明安, 曹新志, 等. 2005. 广西大瑶山及其西侧铅锌成矿区地质特征及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 20(1): 21-25.
- 张善明, 吕新彪, 唐小春, 等. 2010. 广西大瑶山西侧综合地质异常与控矿分析[J]. 地质与勘探, 46(2): 314-322.

张作伦,曾庆栋,叶杰,等.2008.甚低频电磁法在矿体勘查中的应用[J].地质与勘探,44(1):67-69.

张作伦,曾庆栋,于昌明,等.2014.综合地球物理方法在找矿靶区快速评价中的应用[J].矿物岩石地球化学通报,33(5):747-752.

Application of Integrated Geophysical Method to Evaluation of Deep Potentiality of a Lead-Zinc Deposit in Guangxi Province

REN Hong, ZHANG Zuo-lun, LIU Xin-ye, LIU Hao
(China Railway Resources Exploration Co., LTD, Beijing 102300, China)

Abstract: Geological prospecting work is the exploration of unknown underground situation. The research indicates that it is a lead-zinc deposit. It has been mainly mined in small scale and for private use, since it was discovered. The result of measurement of physical properties show that the average density of ore limestone is 2.8 g/cm^3 , the average resistivity is $4\,989 \, \Omega \cdot \text{m}$. Lead-zinc ore average density is 3.7 g/cm^3 , and resistivity is $734 \, \Omega \cdot \text{m}$. There is significant difference of the physical property difference between lead-zinc ore and wall rock. To judge the scale of mined-out area and deep metallogenic capacity, this research uses the high precision gravity and controlled source audio-frequency magnetotelluric sounding (CSAMT) technology in comprehensive geological target detection. The result of measurement indicates that both the three gravity profile mining area and the CSAMT two-dimensional inversion profile are shown relatively consistent anomaly shape and simultaneously that the orebody overall is anomaly, corresponding to low gravity which figures the high resistance on the CSAMT images. We presume that major of the shallow orebody has been worked out and that the capacity of orebody in deeper extending is limited and in low metallogenic potentiality. According to the characteristics of the deposit, the adoption of combinational comprehensive geophysical method in evaluation of deep ore body potentiality will reduce and avoid risk of investment.

Key Words: lead-zinc deposit; gravity; CSAMT; deep prospecting